

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-69433

(P2001-69433A)

(43)公開日 平成13年3月16日 (2001.3.16)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 04 N 5/74

G 03 B 21/00

G 09 F 9/00

H 04 N 1/387

識別記号

3 6 0

F I

テマコード(参考)

H 04 N 5/74

D 5 C 0 5 8

G 03 B 21/00

D 5 C 0 7 6

G 09 F 9/00

3 6 0 Z 5 G 4 3 5

H 04 N 1/387

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平11-238810

(22)出願日

平成11年8月25日 (1999.8.25)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 青木 伸

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74)代理人 100104190

弁理士 酒井 昭徳

Fターム(参考) 5C058 BA27 BB25 EA26

5C076 AA21 AA22 AA23 AA24 BA06

BB32

5C435 AA00 BB17 DD02 DD04 GG46

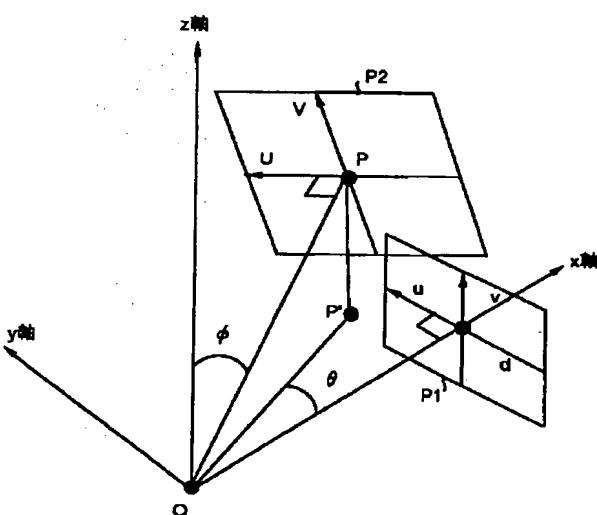
LL15

(54)【発明の名称】 画像投影装置、画像投影方法およびその方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

(57)【要約】

【課題】 数少ないパラメータを調整するだけで容易にあおり補正がおこなえるようとする。

【解決手段】 原点Oを投影中心とし、作像面(P1)がx軸と原点Oからの距離dの点で直交する。原点Oからスクリーン面(P2)への垂線の足をPとし、OPとz軸とのなす角をφとし、Pからxy平面への垂線の足をP'とした場合、OP' とx軸とのなす角をθとする。作像面P1上の座標系(u, v)は、x軸との交点を原点とし、y軸に平行にu軸をとり、z軸に平行にv軸をとる。また、スクリーンP2上の座標系(U, V)は、Pを原点とし、V軸は作像面P1上のv軸を投影した方向にとる。スクリーンP2上の座標(U, V)から作像面P1上の座標(u, v)へ変換する透視変換パラメータは、上記パラメータθ、φ、dを使った連立方程式を解くことにより求める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を形成する画像形成部材を含む画像投影部を有し、前記画像形成部材に形成された画像を前記画像投影部を介して投影面に投影する画像投影装置において、

前記投影面の少なくとも2方向の角度に相当する情報を入力するパラメータ入力手段と、

入力された投影面の角度にしたがって前記画像形成部材に形成する画像を変形させて、前記投影面に適正な画像が投影されるようにする画像変形手段と、  
を備えたことを特徴とする画像投影装置。

【請求項2】 前記画像変形手段は、

入力された情報に基づいて透視変換パラメータを算出する透視変換パラメータ算出部と、

前記透視変換パラメータ算出部で算出された透視変換パラメータを用いて、前記画像形成部材に形成する画像を変形させるべく入力画像データの変換処理をおこなう透視変換処理部と、  
を備えたことを特徴とする請求項1に記載の画像投影装置。

【請求項3】 前記画像投影部は、ズーム機構を有し、前記画像投影部のズーム位置に応じて前記画像形成部材に形成される画像の画面位置を算出する画面位置算出手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の画像投影装置。

【請求項4】 前記パラメータ入力手段は、さらに投影面に投影される画像の回転角度に相当する情報を入力可能であって、

前記透視変換パラメータ算出部は、入力された投影面の角度と投影画像の回転角度とに基づいて自動的に投影画像の位置と大きさに相当する情報を計算し、透視変換パラメータを算出することを特徴とする請求項2または3に記載の画像投影装置。

【請求項5】 前記パラメータ入力手段は、さらに投影面に投影される画像の回転角度と、位置と大きさに相当する情報を入力可能であって、

前記透視変換パラメータ算出部は、入力された投影面の角度と投影画像の回転角度、および投影画像の位置と大きさに基づいて透視変換パラメータを算出することを特徴とする請求項2または3に記載の画像投影装置。

【請求項6】 画像形成部材に形成された画像を画像投影部を介して投影面に投影する画像投影方法において、前記投影面の少なくとも2方向の角度に相当する情報を入力するパラメータ入力工程と、

前記画像形成部材に形成される画像の画面位置を取得する画面位置取得工程と、

前記パラメータ入力工程により入力された情報と、前記画面位置取得工程により取得された画面位置情報とに基づいて透視変換パラメータを算出する透視変換パラメータ算出工程と、

前記透視変換パラメータ算出工程により算出された透視変換パラメータを用いて入力される画像データを透視変換処理する透視変換処理工程と、  
を含んだことを特徴とする画像投影方法。

【請求項7】 前記請求項6に記載された方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像投影装置、画像投影方法および記録媒体にかかり、さらに詳しくは、画像形成部材に形成された画像を画像投影部を介して投影面に投影する画像投影装置、画像投影方法およびその方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、ビデオプロジェクタのような画像投影装置において、電子的に形成されたデジタル画像をスクリーン等の投影面にゆがみなく投影することは、きわめて重要な要素であった。従来は、プロジェクタの光軸と投影面であるスクリーン平面との直交性が崩れると、投影画像の形状にあたりと呼ばれる変化が生じることが知られている。

【0003】 たとえば図12は、従来の信号処理によるあたり補正を説明する図である。図12に示すように、投影中心80に配置された光源から照射された光が、透過型の液晶表示素子(LCD: Liquid Crystal Display)などの作像プレート(作像面)82上に形成された画像を通って、図示していないレンズなどの光学系を介して、スクリーンなどの投影面84上に結像させ、作像面上の画像をスクリーンへ投影していた。

【0004】 ここで、プロジェクタの光軸が投影面であるスクリーン平面と直交していない場合は、図12に示すように作像プレート82上に通常の矩形画像86を形成したとしても、投影面84側では変形されたあたり画像88が投影されることになる。

【0005】 そこで、従来のあたり画像88の補正技術は、投影面84に投影された投影画像が正常な矩形形状になるようにするため、プロジェクタに対するスクリーンの配置位置にしたがった信号処理をおこなって、作像プレート82上に変形画像90を形成し、その変形画像90を光学系を介して投影面84上に結像せることにより、矩形形状の正常な補正画像92を投影できるようにしたものであった。

【0006】 また、特開平9-327981号公報では、投影したテストパターン画像を画像観察者の視点からカメラで撮影し、その撮影した画像データからあたりの特性を計算して、補正パラメータを決定していた。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の画像投影装置にあっては、上記図12の場合、スクリーンの配置は設置条件に応じて変化するため、設置条件が異なるたびに補正の設定を変更しなくてはならないという問題があった。

【0008】また、上記した特開平9-327981号公報の場合は、補正パラメータを求める際に、テストパターン画像を撮影するためのカメラを別に用意しなくてはならないという問題があった。

〔0009〕さらに、下記(1), (2)式を用いて、平面( $u_i, v_i$ )から平面( $U_i, V_i$ )への透視変換をあおり補正に適用することも考えられる。

[数1]

$$U_1 = \frac{a_{01}u_1 + a_{11}u_1 + a_2}{a_{61}u_1 + a_{71}u_1 + 1} \quad \dots \quad (1)$$

$$V_1 = \frac{as_{11} + a_2 s_{11} + as}{as_{11} + a_2 s_{11} + 1} \quad \dots \quad (2)$$

〔0010〕この透視変換の特性は、(1), (2)式に示されるように、 $a_0$ から $a_7$ の8つのパラメータで一意に決まる。平面上の点の位置は、 $x$   $y$  座標2つの数値で表されるので、変換前と変換後のそれぞれ4点の位置を指定すれば、それに対応する透視変換パラメータを一意に決定することができる。具体的には、連立方程式を解くことにより、 $a_0$ から $a_7$ までの8つのパラメータを求めるようとする。

【0011】図13は、画像投影装置における透視変換を説明する図であり、(a)は作像面上に形成される変換前と変換後の画像位置を示す図、(b)はスクリーン上に投影された変換前と変換後の画像位置を示す図である。

【0012】図13(b)では、スクリーン上に投影されたあおり画像88が正常な矩形形状の補正画像92となるように、図13(a)の作像面上に形成される通常の矩形画像86を変形させた変形画像90を形成する。図13(a)において、 $x_i, y_i$ は、変形前の矩形画像86上の4点の座標であり、 $X_i, Y_i$ は、変形させた変形画像90上の4点の座標である。

【0013】この方法は、透視変換前に指定する4点の座標位置として画面の四隅の点を取り、利用者はスクリーン上で表示したい画面の四隅の位置を指定すればよいので、利用者にわかりやすいという利点がある。

【0014】しかしその反面、4点の座標位置を指定する場合は、たとえば4点のうちの一点を選択し、それを上下左右に移動させる必要があるため、指定に手間がかかるという問題点があった。

〔0015〕その上、スクリーン表面は通常無地であるので、図13(b)に示す補正画像92のように、各頂点が水平、あるいは垂直に並んでいること、あるいは

補正画像9-2の縦と横の比率が正しいことを目視で正確に認識することが困難であって、投影画像が正しい位置にあるか否かを知ることが困難であるという問題点があった。

【0016】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、投影面に対する画像投影部の設置位置に応じて生じる投影画像のあおりを容易に補正することが可能な画像投影装置、画像投影方法およびその画像投影方法を実現するためのプログラムを記録した記録媒体を提供することを目的としている。

[0017]

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためには、請求項1に記載の発明にかかる画像投影装置は、画像を形成する画像形成部材を含む画像投影部を有し、前記画像形成部材に形成された画像を前記画像投影部を介して投影面に投影する画像投影装置において、前記投影面の少なくとも2方向の角度に相当する情報を入力するバラメータ入力手段と、入力された投影面の角度にしたがって前記画像形成部材に形成する画像を変形させて、前記投影面に適正な画像が投影されるようにする画像変形手段と、を備えたことを特徴とする。

【0018】この請求項1に記載の発明によれば、投影面の少なくとも2方向の角度という少ないパラメータ入力だけであおり補正をおこなうことが可能となり、容易に適正な投影画像を得ることができる。

【0019】また、請求項2に記載の発明にかかる画像投影装置は、請求項1に記載の発明において、前記画像変形手段が、入力された情報に基づいて透視変換パラメータを算出する透視変換パラメータ算出部と、前記透視変換パラメータ算出部で算出された透視変換パラメータを用いて、前記画像形成部材に形成する画像を変形させるべく入力画像データの変換処理をおこなう透視変換処理部と、を備えることを特徴とする。

【0020】この請求項2に記載の発明によれば、画像変形手段が透視変換パラメータ算出部と透視変換処理部とを備えていて、少ないパラメータ入力だけであおり補正をおこなうことが可能となり、容易に適正な投影画像を得ることができる。

【0021】また、請求項3に記載の発明にかかる画像投影装置は、請求項1または2に記載の発明において、前記画像投影部が、ズーム機構を有し、前記画像投影部のズーム位置に応じて前記画像形成部材に形成される画像の画面位置を算出する画面位置算出手段をさらに備えたことを特徴とする。

【0022】この請求項3に記載の発明によれば、画像投影部のズーム機構のズーム位置に応じて画像形成部材に形成される画像の画面位置が算出できることから、入力される投影面の角度と合わせて少ないパラメータ入力だけで正確なあおり補正をおこなうことが可能となり、容易に適正な投影画像を得ることができる。

【0023】また、請求項4に記載の発明にかかる画像投影装置は、請求項2または3に記載の発明において、前記パラメータ入力手段が、さらに投影面に投影される画像の回転角度に相当する情報が入力可能であって、前記透視変換パラメータ算出部は、入力された投影面の角度と投影画像の回転角度に基づいて自動的に投影画像の位置と大きさに相当する情報を計算し、透視変換パラメータを算出することを特徴とする。

【0024】この請求項4に記載の発明によれば、入力される投影面の角度と投影画像の回転角度に基づいて投影画像の位置と大きさが計算できることから、入力される投影面の角度と合わせて少ないパラメータ入力だけで正確な補正をおこなうことが可能となり、容易に適正な投影画像を得ることができる。

【0025】また、請求項5に記載の発明にかかる画像投影装置は、請求項2または3に記載の発明において、前記パラメータ入力手段が、さらに投影面に投影される画像の回転角度と、位置と大きさに相当する情報を入力可能であって、前記透視変換パラメータ算出部は、入力された投影面の角度と投影画像の回転角度、および投影画像の位置と大きさに基づいて透視変換パラメータを算出することを特徴とする。

【0026】この請求項5に記載の発明によれば、入力された投影面の角度と投影画像の回転角度、および投影画像の位置と大きさに基づいて透視変換パラメータを算出するように、少ないパラメータ入力だけで正確な補正をおこなうことが可能となり、容易に適正な投影画像を得ることができる。

【0027】また、請求項6に記載の発明にかかる画像投影方法は、画像形成部材に形成された画像を画像投影部を介して投影面に投影する画像投影方法において、前記投影面の少なくとも2方向の角度に相当する情報を入力するパラメータ入力工程と、前記画像形成部材に形成される画像の画面位置を取得する画面位置取得工程と、前記パラメータ入力工程により入力された情報と、前記画面位置取得工程により取得された画面位置情報に基づいて透視変換パラメータを算出する透視変換パラメータ算出工程と、前記透視変換パラメータ算出工程により算出された透視変換パラメータを用いて入力される画像データを透視変換処理する透視変換処理工程と、を含んだことを特徴とする。

【0028】この請求項6に記載の発明によれば、投影面の少なくとも2方向の角度という少ないパラメータ入力だけでおり補正をおこなうことが可能となり、容易に適正な投影画像を得ることができる。

【0029】また、請求項7の発明にかかる記憶媒体は、請求項6に記載された方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したことで、そのプログラムを機械読み取り可能となり、これによって、請求項6の動作をコンピュータによって実現することができる。

#### 【0030】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照して、本発明にかかる画像投影装置、画像投影方法およびその方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0031】ここでは、本発明の画像投影装置の原理説明をおこなった後、各実施の形態に言及することにする。なお、本実施の形態では、画像投影装置として液晶プロジェクタを用いて実施している。

【0032】前述したように、これまでの画像投影装置によりあおり補正をおこなうとすると、a<sub>0</sub>からa<sub>7</sub>までの8つのパラメータを指定する必要があったが、本発明の画像投影装置では、以下の①～④までの理由から8つのパラメータを指定する必要がなくなる。

【0033】①プロジェクタの画像投影部に設けられた作像面は光軸に直交している。これまで8自由度を要していた透視変換は、作像面の角度や位置についても任意な変換に対応するためのものであるため、作像面が内部に固定されたプロジェクタによる投影画像の変形の自由度については、任意の透視変換よりも少なくて済むことになる。そこで、スクリーン36上での平行移動、回転、拡大・縮小を除くならば、光軸に対するスクリーンの角度(2つ)、および作像面上の画面位置(一つ)の3つを指定するだけで足りる。

【0034】図3は、プロジェクタとスクリーンの配置を示す図であり、プロジェクタの光源などが配置された投影中心30、投影中心30から伸びる光軸32、プロジェクタ内に固定配置され任意の画像が形成される透過型の液晶表示素子(LCD)などの作像面34、作像面34に形成された画像をプロジェクタの光源やレンズなどの光学系を介して投影するスクリーン36が示され、作像面34の四隅の4点の座標位置を(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>)で示し、投影中心30から作像面34までの距離をdとする。

【0035】②上記①で指定する自由度の「作像面上の画面位置」については、図3中の投影中心30から作像面34までの距離dと作像面上の画面位置(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>)で表される。これらは、スクリーン36の配置にかかわらないプロジェクタ自身の特性であるため、あらかじめ調査しておくことにより既知な情報として扱うことができる。ズームレンズを持つプロジェクタの場合は、ズーム位置によって投影角が変化するが、これも各ズーム位置における投影角の値をあらかじめ調べておくことにより、レンズ位置を検出することで対応が可能である。

【0036】③プロジェクタは通常机上などほぼ水平な場所に設置されるため、あおり補正をおこなう際に、スクリーン上で画像を回転させなくてはならない場合はほとんどのない。また、この画像の回転成分については、プロジェクタの画像投影部自身を光軸32回りに回転させ

ることで、投影装置の設置位置を変更することなく補正することが可能である。

【0037】④画像を变形させた場合の解像度の低下を最小限に抑えるためには、表示可能領域内で最大の矩形形状をとることが望ましい。さらに、最大矩形をとるようには、平行移動量や大きさが一意に決まるので、自由度がなくなる。

【0038】以上述べたように、最低限スクリーンの角度に関する2つのパラメータさえ指定することができれば、スクリーン36上で所望の縦横比を持つ長方形の画面を再現することができる。本発明の画像投影装置は、そのために必要とされる数のパラメータだけを指定し、その指定されたパラメータからあおり補正に必要なパラメータを算出することにより、ユーザの操作を一層容易にすることが可能である。

【0039】ユーザが指定するパラメータの種類と数については、たとえば、本実施の形態では以下の①～③に示すようなバリエーションが可能である。

【0040】①3つの角度を指定する。すなわち、光軸32とスクリーン36のなす角度（2つ）と、スクリーン36上での回転角（一つ）とを指定する。そして、透視変換パラメータのうち、大きさと位置に関する要素は、表示画面の大きさが最大となるよう自動的に決めるようとする。

【0041】②2つの角度を指定する。すなわち、スクリーン36上の回転補正を固定することにより省略し、光軸32とスクリーン36とのなす角度（2つ）のみとする。

【0042】③3つの角度と、画面の位置と大きさを指定する。すなわち、複数のプロジェクタを使って、一つの画像を分割して投影するような場合は、画面サイズが常に最大となることが望ましいとは限らず、他のプロジェクタが投影する画面と連続するように位置と大きさを調整する必要がある。

【0043】（実施の形態1）図1は、本発明の実施の形態1にかかるプロジェクタ10の一構成例を示すブロック図であり、図2は、図1のパラメータ入力部12の操作ボタンの一例を示す図である。本実施の形態1では、投影面の角度としてのスクリーン角度に相当する2つのパラメータを指定し、その指定された2つのパラメータから8つの透視変換パラメータを求めるものである。

【0044】図1において、プロジェクタ10は、パラメータ入力部12、透視変換パラメータ算出部14、透視変換処理部16、画像投影部18、画面位置算出部20などにより構成されている。

【0045】パラメータ入力部12は、図2に示すように、ここでは十字状に配置された4つのボタンA、B、C、Dを有している。A、Cの2つのボタンが角度パラメータθに対応し、E、Dの2つのボタンが角度パラメータφに対応する。

ータφに対応していて、これらのボタンが押下されるたびに、それぞれあらかじめ決められたステップずつ角度が増減されて、その角度が透視変換パラメータ算出部14に送られる。ユーザは、スクリーン36に投影された画像が所望の形態になるまでボタン操作を繰り返すようになる。

【0046】透視変換パラメータ算出部14は、ユーザが入力したスクリーン角度と算出された投影角から後述する計算方法に基づいて透視変換パラメータを算出するものである。

【0047】透視変換処理部16は、算出された透視変換パラメータを利用して、入力画像データに対して変換処理を実行し、変形された画像データを画像投影部18に送るようにする。

【0048】画像投影部18は、透視変換処理された変形画像データに基づいて作像面に画像を形成し、光学的にスクリーン36上に投影するものである。また、画面位置算出部20は、画像投影部18ズームレンズの位置を検出し、そのレンズ位置での作像面上の画面位置をあらかじめ設定された記録を参照し出力する。

【0049】つぎに、動作について説明する。図4は、作像面とスクリーンとの配置と角度とを示す図であり、原点Oを投影中心とし、作像面（P1）がx軸と原点Oからの距離dの点で直交する。

【0050】また、原点Oからスクリーン面（P2）への垂線の足をPとし、OPとz軸とのなす角をφとし、Pからxy平面への垂線の足をP'とした場合、OP'とx軸とのなす角をθとする。ここでは、OPの長さを「1」としたが、このOPの長さは、投影画像の大きさだけに影響するものであるため、いくつにしても最終的に得られる透視変換パラメータは変わらない。

【0051】作像面P1上の座標系（u, v）は、x軸との交点を原点とし、y軸に平行にu軸をとり、z軸に平行にv軸をとる。また、スクリーンP2上の座標系（U, V）は、Pを原点とし、V軸は作像面P1上のv軸を投影した方向にとるようとする。

【0052】このとき、スクリーンP2上の座標（U, V）から作像面P1上の座標（u, v）へ、上記（1）、（2）式の透視変換のパラメータ $a_0$ から $a_7$ は、上記パラメータθ、φ、dを使って、以下の（3）～（10）式で表すことができる。

【数2】

$$a_0 = \frac{d \cos \theta}{\sin \phi \cos \theta} \quad \dots \dots \quad (3)$$

$$a_1 = \frac{-d \cos \theta \sin \theta}{\sin \phi \cos \theta} \quad \dots \dots \quad (4)$$

$$a_2 = \frac{\sin \phi \sin \theta}{\sin \phi \cos \theta} \quad \dots \quad (5)$$

$$a_3 = 0 \quad \dots \quad (6)$$

$$a_4 = \frac{d \sin \theta}{\sin \phi \cos \theta} \quad \dots \dots \dots \quad (7)$$

$$as = \frac{\cos \phi}{\sin \phi \cos \theta} \quad \dots \dots \quad (8)$$

$$as = \frac{-d \sin \theta}{\sin \phi \cos \theta} \quad \dots \dots \dots \quad (9)$$

$$a_7 = \frac{-d \cos \phi \cos \theta}{\sin \phi \cos \theta} \quad \dots \dots \quad (10)$$

【0053】また、この逆変換、つまり作像面P1上の座標系(u, v)からスクリーンP2上の座標系(U, V)への透視変換のパラメータをパラメータb0からb7とした場合は、つきの(11)式に示すように、aiを要素とする $3 \times 3$ 行列の逆行列から求めることができる。

[0054]

〔数3〕

$$\begin{pmatrix} t_0 & t_1 & t_2 \\ t_3 & t_4 & t_5 \\ t_6 & t_7 & t_8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_0 & a_1 & a_2 \\ a_3 & a_4 & a_5 \\ a_6 & a_7 & 1 \end{pmatrix}^{-1} \quad \dots \quad (11)$$

上記(11)式の $X^{-1}$ は、行列Xの逆行列を表している。

〔0055〕そして、作像面P1上の画面領域の頂点位置( $u_i, v_i$ )を上記(1), (2)式と(3)~(10)式の係数で変換した結果の頂点位置( $U_i, V_i$ )は、スクリーン上の全画面領域の四隅の位置を示している。

【0056】スクリーン上でこれら4点の頂点位置( $U_i, V_i$ )を頂点とする四角形の内部に存在する投影すべき画像と同じ縦横比を持つ長方形のうち、最も大きいものの(以下、最大内接矩形という)の頂点位置を求めて、それを逆変換して対応する作像面上の位置を求めるならば、これまでと同様の方法を用いて透視変換パラメータを求めることができる。以下に最大内接矩形の頂点位置を求める手順について説明する。

【0057】最大内接矩形の頂点は、四角形の辺に接しているから、各辺上のある一点に頂点を持つ内接矩形のうち最大のものを辺上の点の位置を少しずつずらしながら

ら探索することにより、最大内接矩形を得ることができます。

【0058】図5は、任意の四角形に内接する最大内接矩形を説明する図である。図5に示される四角形40の辺上の一辺をpとしたとき、点pを頂点に持ち四角形40に内接する最大の矩形42は、以下のように求めることができる。

〔0059〕すなわち、点 $p$ を通り $x$ 軸と平行な直線と辺との交点 $p_x$ の位置を求める。透視変換によって変形された四角形は、通常の角度の範囲では凸形状を持ち、四角形が凸形状ならば必ず一つの辺と交わる。同様にして、点 $p$ を通り $y$ 軸と平行な直線、および点 $p$ を通り所望の画面の対角線と平行な直線と、それぞれの辺の交点 $p_y, p_d$ を求めるようにする。

【0060】そして、点 p から px, py, pdまでの距離を目的とする画面の幅、高さ、対角線の長さで除算した結果が最少となるものを求める。図5に示した例では、pyが最少となり、pとpyを頂点とする矩形が求められる。これが点pに頂点を持つ内接矩形のうち最大のものとなる。さらに、点pの位置を適当な間隔で移動しながら、同様に矩形を求め、それら複数の矩形のうち最大の大きさを持つものを最終的な最大内接矩形として求めるようとする。

【0061】このようにして求めたスクリーン上の最大内接矩形における頂点位置を(3)～(10)式の変換係数を使って変換することにより、作像面上での変形画像領域の頂点位置を求めることができる。この最大内接矩形に対応する作像面上の頂点位置が求められれば、原画像の四隅の各頂点位置を変換する透視変換パラメータは、これまでと同様に(1)、(2)式を解くことにより求めることができる。

【0062】実際のスクリーンの角度が指定された角度パラメータ ( $\theta$ ,  $\phi$ ) と一致していれば、この結果求められる透視変換パラメータに基づいて補正された画面は、スクリーン上で ( $U_i, V_i$ ) を頂点とする所望の形状とすることができます。

【0063】以上説明したように、本実施の形態1によれば、あおり補正をおこなうのに必要な透視変換パラメータを求めるに際して、ユーザは少なくとも2つのスクリーン角度を入力して所定の演算処理をおこなえば良い、あおり補正を容易におこなうことができる。

【0064】(実施の形態2) 本実施の形態2の特徴は、スクリーン上での画像の回転についても補正をおこなうものである。実施の形態1と異なる構成要素は、カメラ入力部と透視変換パラメータ算出部の中身である。なお、画像投影装置の基本的な構成ブロック図については、上記実施の形態1の図1と同様であるので、これを参照することにする。

〔0065〕図6は、実施の形態2のパラメータ入力部の操作ボタンの一例を示す図であり、図7は、実施の形

態2にかかる一定の回転角度を持った最大内接矩形を示す図であり、図8(a), (b)は、図7の一定の回転角度を持った最大内接矩形を求める手順を説明する図である。

【0066】図6に示すように、本実施の形態2のパラメータ入力部12は、実施の形態1の図2に示したパラメータ入力部12のボタンA～Dに、さらにスクリーン上の回転角度 $\theta$ の増減を指示する2つのボタンE, Fが加わっている。

【0067】また、本実施の形態2の透視変換パラメータ算出部14は、ユーザに指示されたある回転角度を持った最大内接矩形を求める算出動作をおこなう点で、実施の形態1と異なっている。

【0068】つぎに、動作について説明する。まず、図8(a)に示すように、回転前の投影画像領域50aを示す4つの頂点を、パラメータ入力部12のボタンE, Fを使って投影中心54から角度 $\theta$ だけ回転させて、投影画像領域50bを求める。

【0069】ついで、この投影画像領域50bの4つの頂点に対して上記実施の形態1と同様の手順にしたい、図8(b)に示す最大内接矩形52aを求める。そして、これにより求まった最大内接矩形52aの4つの頂点位置を、再びパラメータ入力部12のボタンE, Fを使って、図8(b)に示すように角度 $\theta$ だけ回転させる。

【0070】このようにして得られた最大内接矩形52bは、図7に示した求める角度 $\theta$ だけ傾けた最大内接矩形52の頂点である。その後の手順は、上記実施の形態1と同様にして透視変換パラメータを求めるようになる。

【0071】以上説明したように、本実施の形態2によれば、あおり補正をおこなうのに必要な透視変換パラメータを求めるに際して、ユーザは少なくとも2つのスクリーン角度とスクリーン上での画像の回転角度とを入力して、所定の演算処理をおこなうことにより、クリーン上での画像の回転についても補正することが可能である。

【0072】(実施の形態3) 本実施の形態3の特徴は、スクリーン上での画像の位置と大きさについても補正をおこなうものである。実施の形態1と異なる構成要素は、パラメータ入力部と透視変換パラメータ算出部の中身である。なお、本実施の形態3の構成ブロック図についても、図1を参照することにする。

【0073】図9は、本実施の形態3のパラメータ入力部の操作ボタンの一例を示す図である。図9に示されるように、本実施の形態3のパラメータ入力部12は、実施の形態2の図6に示したパラメータ入力部12のボタンA～Fに、さらに表示領域の位置パラメータSX, SYと倍率パラメータ $m$ の増減を指示する6個のボタンG, H, I, J, K, Lが加えられている。

【0074】また、本実施の形態3の透視変換パラメータ算出部14は、上記実施の形態2で説明したものと同様であり、現在のスクリーン角度についての指示パラメータ $\theta$ ,  $\phi$ ,  $\psi$ にしたがって、最大内接矩形を求めるものである。

【0075】つぎに、動作について説明する。まず、倍率パラメータ $m$ にしたがって、内接矩形をその重心を中心として $m$ 倍に拡大、または縮小する。そして、その拡大または縮小された内接矩形の頂点位置を指示する位置パラメータSX, SYにしたがって画像を移動させるようする。

【0076】さらに、この画像位置を上記実施の形態1における最大内接矩形の頂点位置の代わりに投影される画像領域の四隅位置として、透視変換パラメータを求めるようする。

【0077】以上説明したように、本実施の形態3によれば、あおり補正をおこなうのに必要な透視変換パラメータを求めるに際して、ユーザは少なくとも2つのスクリーン角度とスクリーン上での画像の回転角度、およびスクリーン上での画像の位置と大きさを入力し、所定の演算処理をおこなうことにより、スクリーン上での画像の位置と大きさについても補正することが可能である。

【0078】(実施の形態4) 本実施の形態4の特徴は、上記実施の形態1と同等の作用を画像投影装置(プロジェクタ)に接続された一般的な計算機システム上のソフトウェアとして実現するものである。

【0079】図10は、本実施の形態4にかかる画像投影装置68が接続された計算機システム60の概略構成を示すブロック図であり、図11は、本実施の形態4の動作を説明するフローチャートである。

【0080】図10に示した計算機システム60は、CPU62、メモリ64、ディスク装置66、画像投影装置68、ディスプレイ70、プリンタ72、通信装置74、フロッピーディスク装置76などによって構成されており、上記各部間がバス78を介して接続されている。

【0081】CPU62は、計算機システム60全体を制御するもので、本実施の形態4にかかるソフトウェアを実行することにより、上記実施の形態1と同等の作用を実現することができる。

【0082】メモリ64は、各種プログラムやパラメータ、あるいは本実施の形態4にかかるソフトウェア等が格納されており、CPU62がこれらのソフトウェアに基づいて画像投影装置68の投影画像の補正処理等がおこなわれる。また、ディスク装置66は、基本プログラムや大容量データ等を格納したり、読み出したりするとのできるハードディスク(HD)などである。

【0083】画像投影装置68は、ここでは入力された画像を投影するプロジェクタであって、計算機システム60に接続され、①画像投影部がズーム機構を持たない

もの、あるいは、②画像投影部にズーム機構を有し、検出したズーム位置を出力することができるいずれの構成のものも用いることができる。

【0084】ディスプレイ70は、ユーザが計算機システム60の動作状況を把握したり、各種入力データやエラーメッセージ等を確認するためのモニターであって、CRT(ブラウン管)やLCD(液晶表示素子)などで構成されていて、画像投影装置68の投影画像等を画面上でモニターできるものであってもよい。また、プリント72は、上記ディスプレイ70に表示された画像情報等を紙に印字出力するものである。

【0085】通信装置74は、LANや公衆電話回線網等のネットワークに接続されてデータをやり取りすることができるものであり、これを介して遠隔地から画像投影装置68を制御するソフトウェアの設定を変更したり、書換えをおこなったりすることができる。また、フロッピーディスク装置76は、フロッピーディスク(以下、FDという)76aを介してデータ交換をおこなうものである。

【0086】つぎに、動作について説明する。図11のステップS1では、スクリーン角度のパラメータ入力がおこなわれる。すなわち、ディスプレイ70の画面上に、たとえば、図2に示すようなボタンの画像を表示させ、それらをマウスクリックにより指示することで、上記実施の形態1におけるボタン押下と同じ作用を持たせることができる。また、キーボード上の各キーに各ボタンを割り当てて指示するようにしたり、あるいは、マウスのドラッグ量によってパラメータの増減を指示するようにしてよい。

【0087】そして、ステップS2では、作像面上の画面位置の取得がおこなわれる。ここでは、たとえば、ズーム機構のない画像投影装置68を使用する場合、作像面上の画面位置は一定であるので、あらかじめ調査した位置情報をプログラム内に記憶しておき、それを使用するようにする。

【0088】また、上記とは異なり、ズーム機構とズーム位置を検出して出力することができる手段を有する画像投影装置68を使用した場合は、その出力されたズーム位置をインターフェイスを介してCPU62が読み取り、その位置に応じた画面位置情報を使用するようになることができる。

【0089】ついで、ステップS3では、透視変換パラメータの算出がおこなわれる。ここでは、入力されたスクリーン角度パラメータと、作像面上の画面位置から、上記実施の形態1で説明した計算方法によって、透視変換パラメータを算出するようとする。

【0090】ついで、ステップS4では、画像データ入力がおこなわれる。ここでは、計算機システム60上に記録された画像データ、あるいは、他のプログラムが生成した画像データを入力する。

【0091】ついで、ステップS5では、透視変換処理がおこなわれる。ここでは、算出された透視変換パラメータを使用して、上記実施の形態1で説明した計算方法によって透視変換処理を実行し、変形された画像データをインターフェイスを介して画像投影装置68へ出力するようとする。

【0092】そして、ユーザによって終了が指示されるか、あるいは、入力画像データが終了するまで上記ステップS4とS5に戻って画像データ入力処理と、透視変換処理が繰り返される。

【0093】以上説明したように、本実施の形態4によれば、上記実施の形態1と同等の作用を画像投影装置(プロジェクタ)に接続された一般的な計算機システム上のソフトウェアとして実現することができる。

【0094】なお、本実施の形態4で説明した画像投影方法は、あらかじめ用意されたプログラムをパソコン用コンピュータやワープロ等のコンピュータで実行することにより実現される。このプログラムは、HD(ハードディスク)、FD(フロッピーディスク)、CD-ROM、MO、DVD等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録され、コンピュータによって記録媒体から読み出されることによって、実行される。また、このプログラムは、インターネット等のネットワークを介して配布することが可能な伝送媒体であってもよい。

【0095】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、投影面の少なくとも2方向の角度という少ないパラメータ入力だけであおり補正をおこなうことなどが可能となり、容易に適正な投影画像を取得することができる画像投影装置が得られるという効果を奏する。

【0096】請求項2に記載の発明によれば、画像変形手段が透視変換パラメータ算出部と透視変換処理部とを備えていて、少ないパラメータ入力だけであおり補正をおこなうことが可能となり、容易に適正な投影画像を取得することができる画像投影装置が得られるという効果を奏する。

【0097】請求項3に記載の発明によれば、画像投影部のズーム機構のズーム位置に応じて画像形成部材に形成される画像の画面位置が算出できることから、入力される投影面の角度と合わせて少ないパラメータ入力だけで正確な補正をおこなうことが可能となり、容易に適正な投影画像を取得することができる画像投影装置が得られるという効果を奏する。

【0098】請求項4に記載の発明によれば、入力される投影面の角度と投影画像の回転角度とに基づいて投影画像の位置と大きさが計算できることから、入力される投影面の角度と合わせて少ないパラメータ入力だけで正確な補正をおこなうことが可能となり、容易に適正な投影画像を取得することができる画像投影装置が得

られるという効果を奏する。

【0099】請求項5に記載の発明によれば、入力された投影面の角度と投影画像の回転角度、および投影画像の位置と大きさに基づいて透視変換パラメータを算出するように、少ないパラメータ入力だけで正確なおおり補正をおこなうことが可能となり、容易に適正な投影画像を取得することが可能な画像投影装置が得られるという効果を奏する。

【0100】請求項6に記載の発明によれば、投影面の少なくとも2方向の角度という少ないパラメータ入力だけでおおり補正をおこなうことが可能となり、これにより、容易に適正な投影画像を取得することが可能な画像投影方法が得られるという効果を奏する。

【0101】請求項7に記載の発明によれば、請求項6に記載された方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したことで、そのプログラムを機械読み取り可能となり、それによって、請求項6の動作をコンピュータによって実現することが可能な記録媒体が得られるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1にかかる画像投影装置の一構成例を示すブロック図である。

【図2】実施の形態1にかかる画像投影装置のパラメータ入力部の操作ボタンの一例を示す図である。

【図3】本発明にかかる画像投影装置の画像投影部における投影中心と作像面とスクリーンとの配置を説明する図である。

【図4】本実施の形態1にかかる画像投影装置の画像投影部における投影中心と作像面とスクリーンとの位置関係を説明する図である。

【図5】本実施の形態1にかかる画像投影装置の投影画像の最大内接矩形を説明する図である。

【図6】本実施の形態2にかかる画像投影装置のパラメータ入力部の操作ボタンの一例を示す図である。

【図7】本実施の形態2にかかる画像投影装置の投影画像の最大内接矩形を説明する図である。

【図8】本実施の形態2にかかる画像投影装置の投影画像の最大内接矩形を計算する手順を説明する図である。

【図9】実施の形態3にかかる画像投影装置のパラメータ

\* タ入力部の操作ボタンの一例を示す図である。

【図10】本実施の形態4にかかる画像投影装置が接続された計算機システムの概略構成を示すブロック図である。

【図11】本実施の形態4にかかる画像投影装置の動作を説明するフローチャートである。

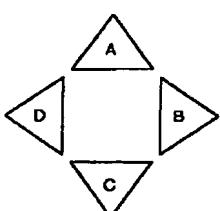
【図12】従来の画像投影装置を使って信号処理によりおおり補正をおこなう場合の説明図である。

【図13】投影画像の四隅の4点位置を指定することによりおおり補正をおこなう場合の説明図であり、(a)は作像面上の図、(b)はスクリーン上の図である。

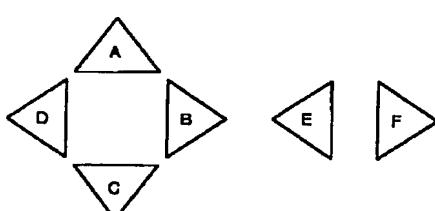
#### 【符号の説明】

|              |               |
|--------------|---------------|
| 10           | 画像投影装置、       |
| 12           | パラメータ入力部、     |
| 14           | 透視変換パラメータ算出部、 |
| 16           | 透視変換処理部、      |
| 18           | 画像投影部、        |
| 20           | 画面位置算出部、      |
| 30           | 投影中心、         |
| 20           | 光軸、           |
| 32           | 作像面、          |
| 34           | スクリーン面、       |
| P1           | 作像面、          |
| P2           | スクリーン面、       |
| 40           | 投影画像、         |
| 42           | 最大内接矩形、       |
| 50, 50a, 50b | 投影画像、         |
| 52, 52a, 52b | 最大内接矩形、       |
| 54           | 投影中心、         |
| 60           | 計算機システム、      |
| 62           | CPU、          |
| 64           | メモリ、          |
| 66           | ディスク装置、       |
| 68           | 画像投影装置、       |
| 70           | ディスプレイ、       |
| 72           | プリンタ、         |
| 74           | 通信装置、         |
| 76           | フロッピーディスク装置。  |

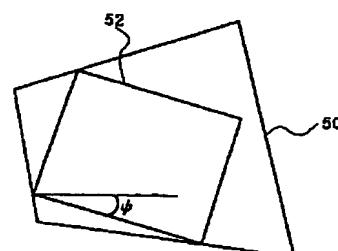
【図2】



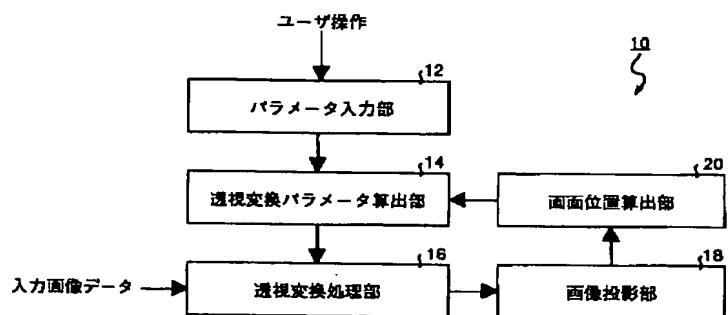
【図6】



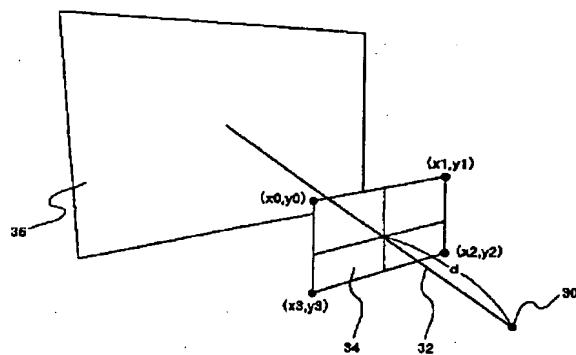
【図7】



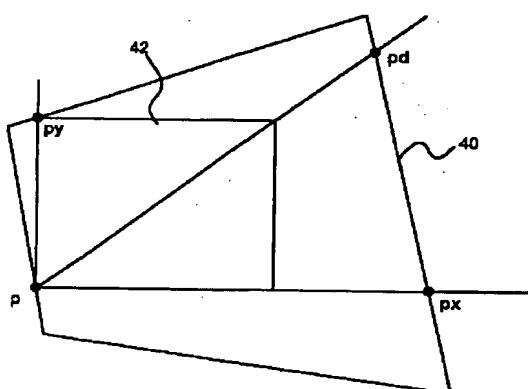
【図1】



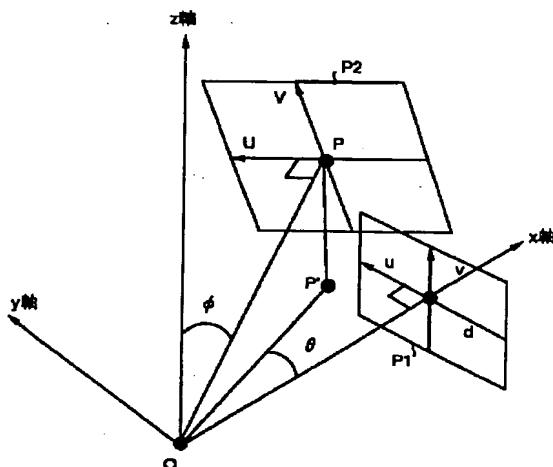
【図3】



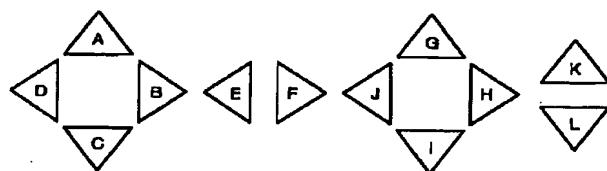
【図5】



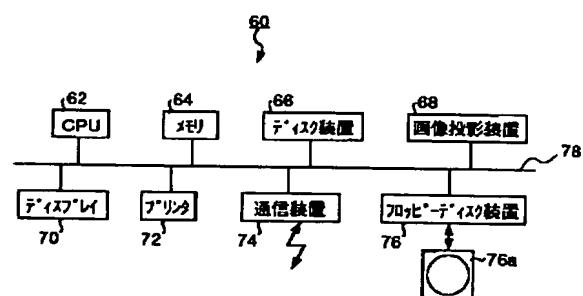
【図4】



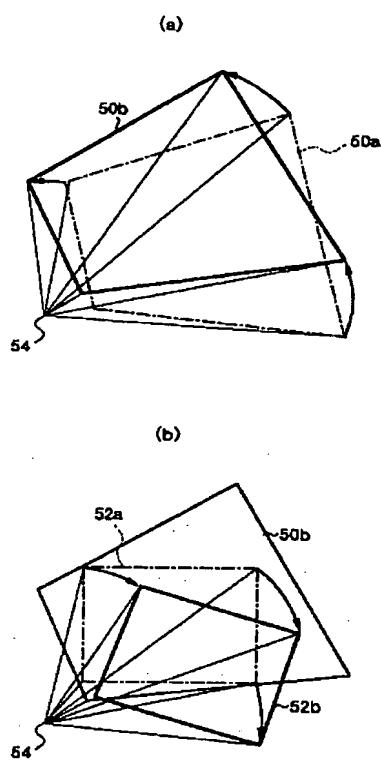
【図9】



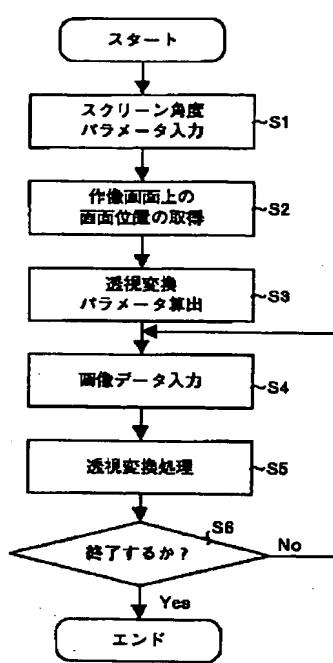
【図10】



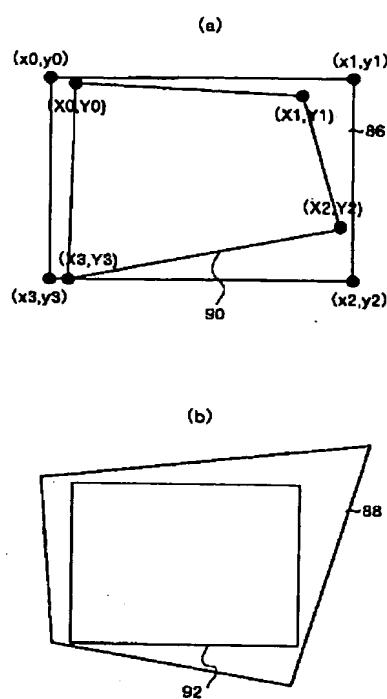
【図8】



【図11】



【図13】



【図12】

